

公路工程建设质量控制分析

周序桥

四川川交路桥有限责任公司 四川 德阳 618000

摘要：公路工程建设质量控制是保障工程质量的核心环节，涉及设计、施工、验收全流程。通过严格审查设计文件、优化施工组织、控制材料设备质量、强化施工过程动态监控及完善验收标准，结合全面质量管理（TQM）、风险管理与ISO9001体系等理论支撑，可有效预防质量缺陷。同时需重视人员培训、技术规范执行及环境适应性调整，确保工程满足安全性、耐久性与适用性要求。

关键词：公路工程；建设质量控制；优化策略

引言：公路工程作为国家基础设施建设的核心领域，其质量直接关系到交通运行安全、区域经济发展及社会效益。随着交通需求增长与技术迭代加速，工程建设面临地质条件复杂、材料性能要求提升、施工工艺精细化等挑战。加强质量控制不仅是保障工程耐久性与通行能力的关键，更是推动行业高质量发展的必然要求。本文从理论框架、阶段管控、现存问题及优化策略入手，系统探讨公路工程质量控制的实施路径。

1 公路工程建设质量控制理论基础

1.1 质量控制核心概念

（1）质量定义与工程质量控制内涵：公路工程质量指工程满足相关标准规范、设计文件及使用需求的固有特性，涵盖安全性、耐久性、适用性等核心指标。工程质量控制是通过制定质量目标、实施管控措施，预防和纠正质量偏差，确保工程达到预期质量水平的系统性活动，是保障公路通行安全与使用寿命的关键环节。（2）全过程质量控制理念：事前控制聚焦施工准备阶段，包括设计审查、方案论证、人员培训等，从源头规避质量风险；事中控制贯穿施工全过程，通过工序巡检、质量抽检等实时监控施工质量，及时处理突发问题；事后控制针对工程完工后，开展竣工验收、质量评定及缺陷整改，确保工程交付符合标准。

1.2 相关理论支撑

（1）全面质量管理（TQM）理论：以全员参与为核心，强调“三全管理”，即全过程、全要素、全员参与的质量管控模式，通过持续改进机制不断提升工程质量水平，契合公路工程复杂的建设特性。（2）风险管理与ISO9001质量管理体系：风险管理通过识别、评估施工中的质量风险，制定应对策略降低隐患发生概率；ISO9001体系提供标准化的质量管控框架，规范质量职责、流程及资源配置，为公路工程质量控制提供制度保障。

1.3 影响因素分析

（1）人员因素：施工人员、技术人员的专业技术能力直接影响施工精度，而责任意识则关系到质量管控措施的执行力度，是质量控制的核心人为因素。（2）材料与设备因素：原材料质量需通过严格检测把关，不合格材料会直接导致工程质量缺陷；施工机械的性能稳定性影响施工效率与工艺实施效果，设备故障易引发质量问题。（3）环境因素：地质条件决定地基处理方案的合理性，复杂地质易引发沉降等质量隐患；气候条件如高温、暴雨等会干扰施工进度，增加质量控制难度。（4）方法因素：科学的施工工艺与严格遵守技术规范是保障工程质量的基础，落后工艺或违规操作会直接导致质量不达标^[1]。

2 公路工程建设各阶段质量控制分析

2.1 设计阶段质量控制

（1）地质勘察精度与路线设计合理性：地质勘察需全面探明建设区域地层分布、岩土力学性能及水文条件，精度不足易导致路线选址偏离最优方案，增加后期施工风险；路线设计需结合地形地貌优化平纵线形，避免因曲线半径过小、纵坡过陡引发通行安全隐患，同时需兼顾生态保护与土地资源利用效率。（2）结构安全系数与排水系统设计：桥梁、隧道等关键结构的设计需严格计算安全系数，确保满足荷载等级与使用寿命要求，如桥梁支座选型、隧道衬砌强度需符合规范上限标准；排水系统设计需覆盖路基、路面及边坡，通过设置边沟、截水沟、盲沟等设施，避免雨水渗透导致路基沉降、路面唧泥，特殊路段需增设抗滑桩与防水卷材。（3）典型问题：设计阶段若未充分调研现场条件，易引发施工阶段的设计变更，如调整桩基深度、修改路面标高，频繁变更会导致工序衔接混乱，增加材料浪费与工期延误风险，还可能因新旧设计衔接不当，引发结构裂

缝、强度不足等隐性质量问题。

2.2 施工阶段质量控制

(1) 路基工程：路基施工需分层填筑、分层压实，压实度需达到规范要求，如高速公路路基压实度 $\geq 96\%$ ，通过重型击实试验确定最佳含水率；弯沉值检测需采用贝克曼梁法或落锤式弯沉仪，确保路基承载能力均匀，避免因局部压实不足导致后期路面沉降。(2) 路面工程：沥青混合料需严格控制油石比与矿料级配，通过马歇尔试验验证其稳定度与流值；摊铺温度需控制在150-170℃，避免因温度过低导致摊铺层松散、接缝不平整，同时需控制碾压速度与碾压次数，确保路面平整度与压实度达标。(3) 桥梁工程：预应力张拉需采用应力与伸长量双控法，确保张拉应力达到设计值，避免因张拉不足导致梁体开裂；混凝土浇筑需控制坍落度，如桥梁墩柱坍落度120±20mm，采用分层振捣工艺，防止出现蜂窝、麻面，同时需做好养护工作，避免早期裂缝产生。(4) 隧道工程：隧道开挖前需实施超前支护，如管棚、小导管注浆，确保围岩稳定；二衬施工需通过模板台车控制厚度，如Ⅲ级围岩二衬厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，采用混凝土输送泵连续浇筑，同时需检测衬砌背后空洞情况，通过注浆填充确保结构密实^[2]。

2.3 验收阶段质量控制

(1) 检测标准与方法：验收阶段需依据《公路工程质量检验评定标准》开展检测，无损检测可采用地质雷达检测路面厚度、超声波检测混凝土强度，钻芯取样需随机选取检测点，如每公里路面取3个芯样，验证路面结构层厚度与压实度，桥梁、隧道需进行荷载试验与抗渗检测。(2) 验收流程与责任主体界定：验收需遵循“分部工程验收→单位工程验收→竣工验收”的流程，施工单位先自检合格后提交验收申请，监理单位复核并出具评估报告，建设单位组织设计、施工、监理等单位联合验收；责任主体需明确界定，如施工单位对工程质量终身负责，监理单位对验收结果承担监督责任，设计单位对结构安全承担设计责任，确保质量问题可追溯。

3 公路工程建设质量控制现存问题

3.1 管理层面问题

(1) 质量责任划分模糊，监管机制缺失：部分项目未明确建设、施工、监理等多方主体的具体质量职责，出现问题时易推诿扯皮，如施工质量缺陷追溯时，难以界定是监理巡查不到位还是施工单位操作违规；同时，部分地区监管流程存在漏洞，如日常检查频次不足、抽检样本代表性差，难以全面覆盖工程质量风险点，导致隐性质量问题未及时发现。(2) 分包转包现象导致的质

量失控：一些施工单位为降低成本，将工程违规分包给不具备资质的小团队，分包单位常通过缩减材料用量、简化施工工序来盈利，如路基填筑时减少压实遍数、路面摊铺时降低沥青含量；且总包单位对分包环节的质量管控不足，缺乏有效的过程监督，最终引发工程质量隐患。

3.2 技术层面问题

(1) 新型材料应用缺乏成熟标准：随着环保、高性能需求提升，再生沥青、新型土工合成材料等在工程中逐渐应用，但目前缺乏统一的材料性能指标、施工工艺标准，如再生沥青混合料的老化程度检测方法不统一，导致不同项目的材料质量参差不齐，影响路面使用寿命；同时，部分施工单位缺乏对新型材料的适配性研究，盲目应用易出现材料与原有结构不兼容问题。(2) 信息化技术普及率低：多数中小型项目仍依赖传统人工管理模式，BIM技术仅在大型重点工程中局部应用，未能实现全生命周期质量管控。如设计阶段未通过BIM进行碰撞检查，导致施工时发现管线与桥梁结构冲突；施工阶段未利用BIM模型实时监控工序质量，难以精准把控结构尺寸偏差，降低质量控制效率。

3.3 人员层面问题

(1) 一线工人技能培训不足：一线施工人员多为临时招募的农民工，缺乏系统的技能培训，对规范要求不熟悉，如沥青路面摊铺时不会根据温度调整摊铺速度、混凝土振捣时未掌握振捣时间，易导致路面平整度差、混凝土结构出现蜂窝麻面等质量问题；且培训内容与实际施工脱节，难以切实提升操作技能。(2) 质量管理团队专业能力参差不齐：部分项目质量管理团队成员缺乏专业资质，对新规范、新检测技术掌握不足，如不会操作新型无损检测设备、对桥梁预应力张拉的质量控制要点理解不深入；同时，团队内部缺乏统一的质量管控标准，检查流程、判定依据不一致，导致质量管控效果不稳定。

4 公路工程建设质量控制优化策略

4.1 完善质量管理体系

(1) 推行“首件工程认可制”与“样板引路”：在每个分项工程开工前，选取代表性段落打造首件工程，严格检测其质量指标，如路基压实度、路面平整度，经建设、监理、设计单位联合验收合格后，明确施工工艺、技术参数及质量标准，形成可复制的样板方案；后续施工以样板为基准开展“对标施工”，定期组织各班组观摩学习，避免因操作不规范导致的质量偏差，尤其适用于沥青路面、桥梁预应力施工等技术复杂环节。(2) 建立质量追溯与责任追究机制：依托信息化系统

构建“工程质量终身追溯平台”，将材料采购、工序施工、检测验收等环节的责任主体，如施工班组、监理人员、时间节点、质量数据一一关联，形成可查询、可追溯的电子档案；若后期发现质量问题，通过平台快速定位责任方，依据《建设工程质量管理条例》追究相应责任，同时将责任主体信用信息纳入行业监管体系，实现“质量与信用挂钩”。

4.2 强化技术保障措施

(1) 推广智能化检测设备：替代传统人工检测手段，在路面工程中采用激光平整度仪，可实时采集路面平整度数据，检测精度达 $\pm 0.1\text{mm}$ ，大幅提升检测效率与准确性；在桥梁工程中引入超声波探伤仪、桩基检测仪，精准识别混凝土内部空洞、钢筋保护层厚度不足等隐性缺陷；隧道工程应用地质雷达，快速检测二衬厚度与背后空洞情况，确保检测结果全面反映工程质量^[3]。

(2) 应用大数据分析实现动态质量监控：搭建公路工程质量大数据平台，整合施工过程中的各类质量数据，如路基弯沉值、混凝土强度、沥青摊铺温度，通过数据建模分析质量变化趋势，识别质量风险点，如某路段连续3次检测压实度不达标，系统自动预警；结合气象数据、地质数据进行关联分析，预判环境因素对质量的影响，如暴雨来临前，提醒做好路基排水防护，实现从“事后整改”到“事前预防”的转变。

4.3 提升人员素质

(1) 建立分级培训制度与技能认证体系：针对不同岗位人员制定差异化培训方案，一线工人开展实操培训，如沥青摊铺操作、混凝土振捣技巧，考核合格后颁发技能证书，实行“持证上岗”；技术人员重点培训新规范、新技术，如BIM技术应用、新型材料施工工艺，定期组织行业专家授课；管理人员强化质量管控意识与法律法规培训，如《公路工程质量监督规定》，确保各岗位人员具备相应专业能力。(2) 引入第三方质量评估机构：打破“建设单位自检、监理单位监督”的传统模式，委托具备资质的第三方机构开展独立质量评估，采用随机抽检、突击检查等方式，对工程质量进行客观评价；第三方机构需出具详细评估报告，指出质量问题并提出整改建议，同时将评估结果报送行业监管部门，形成“建设单位负责、监理单位监督、第三方评估”的多元质量管

控格局，避免“自我监督”导致的质量管控失效^[4]。

4.4 政策与制度创新

(1) 完善信用评价体系与黑名单制度：建立公路工程建设主体信用评价指标体系，从质量管控、合同履行、社会责任等维度进行量化评分，评价结果分为A、B、C、D四个等级，信用等级与项目招投标、资质升级挂钩，如A级企业可优先获得项目投标资格；对存在严重质量问题，如偷工减料、伪造检测数据的单位与个人，纳入行业黑名单，限制其参与公路工程建设活动，期限不少于3年，同时向社会公开黑名单信息，形成舆论监督压力。(2) 推动“四新”技术应用：出台政策扶持“四新”技术研发与应用，对采用再生沥青、新型土工格栅等环保材料的项目，给予一定比例的财政补贴；推广乳化沥青碎石封层、桥梁预制拼装等新工艺，缩短施工工期并提升质量稳定性；鼓励施工单位引进大型沥青拌合站、隧道盾构机等先进设备，提高施工机械化水平；支持BIM技术、智慧工地系统等新技术在工程全生命周期的应用，通过政策引导与资金支持，打破技术应用壁垒，推动公路工程质量升级。

结束语

公路工程建设质量控制是贯穿项目全生命周期的系统性工程，需以科学理论为指导，强化设计、施工、验收各环节的精细化管理。面对新材料应用、信息化技术普及等挑战，唯有完善质量责任体系、推广智能检测手段、提升人员专业素养，并辅以政策激励与制度约束，方能实现工程质量与效益的双提升。未来，需持续探索创新管理模式，推动公路建设向标准化、智能化、绿色化方向迈进。

参考文献

- [1]胡志波.公路工程中路基的施工技术与质量管理分析[J].低碳世界.2024,(04):51-53
- [2]王飞.公路工程路基施工质量控制技术研究[J].交通建设与管理.2024,(06):65-67
- [3]孙江江.公路工程路基施工质量控制[J].河南建材.2024,(13):116-118
- [4]赵勇.公路工程质量控制与安全管理[J].城市建设理论(电子版).2023,(04):40-42.